

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. April 2004 (15.04.2004)

PCT

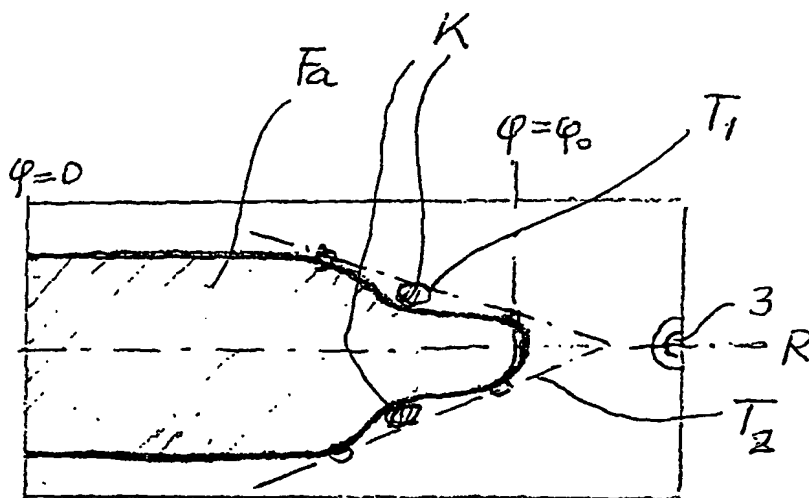
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/031698 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: G01F (71) Anmelder: KETELSEN, Broder [DE/DE]; Asternweg 15, 37124 Rosdorf (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/010297 (71) Anmelder und
- (22) Internationales Anmeldedatum: 16. September 2003 (16.09.2003) (72) Erfinder: KETELSEN, Andres [DE/DE]; Mauerhof 10, 37124 Rosdorf (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (74) Anwalt: KUHNEN & WACKER; Patent- und Rechtsanwaltsbüro, Prinz-Ludwig-Strasse 40A, 85354 Freising (DE).
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,
- (30) Angaben zur Priorität: 102 44 647.4 25. September 2002 (25.09.2002) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: INDUCTIVE FLOW METER FOR ELECTRICALLY CONDUCTIVE LIQUIDS

(54) Bezeichnung: INDUKTIVER DURCHFLUSSMESSER FÜR ELEKTRISCH LEITFÄHIGE FLÜSSIGKEITEN



(57) Abstract: An inductive flow meter for electrically conductive liquids, provided with an insulating flow channel section having a circular cross-section, a pair of diametrically opposite electric electrodes which are electrically coupled to the electrically conductive liquid and a magnetic field generating system which comprises said flow channel section with a specific angle of contact and a magnetic field which is produced with a field line direction which is substantially perpendicular to the connecting line between the measuring electrodes and perpendicular to the longitudinal axis of the flow channel. The inventive device displays increased immunity from measuring value errors as a result of flow speed-dependent modifications of the flow profiles in the flow channel

section or as a result of asymmetries of the flow profile in relation to the center axis of the flow channel. This is achieved by means of active surface devices, i.e. surface structures, onto which the field lines of the magnetic field generation system pass to a limited extent via the inner wall of the flow channel, which are measured in a specific manner such that in an involute representation of the inner wall of the flow channel, tangential, referential straight lines which are located on the active surface devices and which enter into contact with the active surface devices at two points from the outside, converge in pairs in the direction of the respective location of the measuring electrodes and concave areas are formed between the respective two contact points wherein the defining lines of the active surface devices do not have any points of contact with the tangential defining straight line.

(57) Zusammenfassung: Bei einem induktiven Durchflussmesser für elektrisch leitfähige Flüssigkeiten mit einem isolierenden Strömungskanalabschnitt kreisrunden Querschnittes, einem Paar einer diametral gegenüberliegender, mit der elektrisch leitfähigen Flüssigkeit elektrisch gekoppelter Elektroden und mit einem Magnetfelderzeugungssystem, welches den Strömungskanalabschnitt mit bestimmtem Umschlingungswinkel umfasst und ein Magnetfeld mit Feldlinienrichtung im wesentlichen senkrecht zur Verbindungsgeraden zwischen den Messelektroden und senkrecht zur Strömungskanalängsachse

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

erzeugt, wird eine erhöhte Unempfindlichkeit gegenüber Messwertverfälschungen aufgrund von strömungsgeschwindigkeitsabhängigen Veränderungen des Strömungsprofils im Strömungskanalabschnitt oder aufgrund von Unsymmetrien des Strömungsprofils relativ zur Strömungskanalmittelachse dadurch erreicht, dass Wirkflächenanordnungen, nämlich Flächengebilde, auf welche beschränkt die Feldlinien des Magnetfelderzeugungssystems die Strömungskanalinnenwand durchdringen, in besonderer Weise bemessen werden, nämlich derart, das in einer Abwicklungsdarstellung der Strömungskanalinnenwand an die Wirkflächenanordnungen gelegte tangentiale Bezugsgeraden, welche die Wirkflächenanordnungen in zwei Punkten von aussen berühren, paarweise in Richtung auf den jeweiligen Ort der Messelektroden hin konvergieren und sich zwischen den jeweiligen zwei Berührungspunkten Konkavbereiche befinden, in denen die Umgrenzungslinie der Wirkflächenanordnungen keinerlei Berührungspunkte mit den tangentialen Begrenzungsgeraden haben.

Beschreibung**Induktiver Durchflußmesser für elektrisch leitfähige Flüssigkeiten**

- 5 Die Erfindung betrifft induktive Durchflußmesser mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Patentanspruch 1.

Durchflußmesser der hier betrachteten Art dienen zur Bestimmung des Durchflusses elektrisch leitender Flüssigkeiten durch Kanäle oder Rohre insbesondere kreisförmigen Querschnittes. In einem eine elektrisch isolierende Kanalwand oder Rohrwand aufweisenden Kanalabschnitt sind an einander gegenüberliegenden Stellen eines Kanalquerschnittes punktförmige Elektroden vorgesehen, welche elektrisch an die elektrisch leitende Flüssigkeit angekoppelt sind, insbesondere zum Kanalinnenraum hin freiliegen und leitende Verbindung zu der leitenden Flüssigkeit aufnehmen. Senkrecht zur Verbindungslinie zwischen den Elektroden und senkrecht zu den Strömungslinien der den Kanal oder das Rohr durchfließen leitenden Flüssigkeit verlaufen die Feldlinien eines magnetischen Feldes, welches durch eine Permanentmagnetanordnung oder insbesondere durch eine Spulenordnung erzeugt wird. Leiterpfade, die von der einen punktförmigen Elektrode zur anderen punktförmigen Elektrode verlaufen und auf dem die Elektroden enthaltenen Rohrabschnitt oder Kanalabschnitt den gesamten Rohrquerschnitt oder Kanalquerschnitt durchsetzen, können, wenn sich die leitende Flüssigkeit längs des Kanals oder Rohres bewegt, als im Magnetfeld bewegte Leiter verstanden werden, in denen aufgrund der Flüssigkeitsströmung Spannungen induziert werden, die von den punktförmigen Elektroden über durch die isolierende Kanalwand oder Rohrwand geführte Anschlüsse abgenommen werden und ein Maß für den Durchfluß der leitenden Flüssigkeit durch das Rohr oder den Kanal sein.

Genauer betrachtet ist das von den Elektroden abnehmbare Ausgangssignal eines induktiven Durchflußmessers der vorstehenden beschriebenen Art folgendermaßen anzugeben:

$$S \sim \int_{(Vol)} (\vec{B} \times \vec{W}) \cdot \vec{v} \, d(Vol)$$

5

Das Integral über das Volumen wird von dem jeweiligen Produktwert von Vektoren dreier Vektorfelder gebildet, von denen \vec{B} die magnetische Induktion in dem Strömungskanalabschnitt in dem durch den Strömungskanalabschnitt umgrenzten Zylinderraum mit dem Kanalinnenquerschnitt und mit bestimmter Länge stromauf und stromab von der die Elektroden enthaltenen Radialebene ist und \vec{W} ein Wertigkeits-Vektorfeld bezeichnet, worunter ein Feld von Vektoren in dem zuvor definierten Zylinderraum zu verstehen ist, welche die Konfiguration der Leiterpfade zwischen den Elektroden in dem Zylinderraum kennzeichnen. Schließlich bezeichnet \vec{v} das Vektorfeld im genannten Zylinderraum mit Vektoren entsprechend den Geschwindigkeiten der Partikel der leitfähigen Flüssigkeit.

15

Wären die Werte von \vec{B} nach Betrag und Richtung konstant (homogenes magnetisches Feld) und wären die Werte des Wertigkeits-Vektorfeldes \vec{W} nach Betrag und Richtung konstant entsprechend Strompfaden, die parallel zueinander zwischen Parallelelektroden verlaufen, so wäre das Teilprodukt $\vec{B} \times \vec{W}$ konstant, derart, daß ungleichförmige und/oder unsymmetrische Geschwindigkeitsverteilungen der zu untersuchenden Strömung der elektrisch leitfähigen Flüssigkeit durch den Strömungskanalabschnitt nicht zu Meßwertverfälschungen führen.

20

Zwar kann mit einigem Aufwand das Magnetfeld des Magnetfelderzeugungssystems so ausgebildet werden, daß es im Bereich des Innenraums des Strömungskanalabschnittes im wesentlichen homogen ist, während bei im Querschnitt rundem Strömungskanalabschnitt und bei einander diametral gegenüberstehenden,

25

im wesentlichen punktförmigen Elektroden das Wertigkeits-Vektorfeld keinesfalls homogen ist. Dies zeigt ohne weiteres die nachfolgende Überlegung:

5 Zeichnet man in Rohrquerschnitten oder Kanalquerschnitten diese im wesentlichen ganz überdeckende Leiterpfade ein, so erkennt man, daß eine Leiterpfadkonzentration im Bereich nahe den punktförmigen Elektroden vorhanden ist, derart, daß Bewegungen der Leiterpfade aufgrund der Strömung der leitenden Flüssigkeit in diesen Bereichen besonders starken Einfluß auf das von den Elektroden abnehmbare Signal haben.

10

 Charakteristische Strömungen im Strömungskanalabschnitt eines induktiven Durchflußmessers können, wenn sie laminar sind, im ungestörten Zustand ein mit Bezug auf die Strömungskanalmittelachse rotationssymmetrisches Geschwindigkeitsprofil haben oder bei einer asymmetrischen Störung ein Strömungsprofil aufweisen, dessen Maximum in radialer Richtung seitlich gegenüber der Strömungskanalmittelachse versetzt ist. Für hohe Strömungsgeschwindigkeiten kann die Strömung turbulent werden, derart, daß das Strömungsprofil mit Bezug auf den Strömungskanalquerschnitt einen Plateaubereich und randnahe Bereiche geringerer Strömungsgeschwindigkeit aufweist.

20

 Sowohl Verformungen des Strömungsprofils in Abhängigkeit von der Strömungsgeschwindigkeit als auch Unsymmetrien des Strömungsprofils haben einen meßwertverfälschenden Einfluß auf das mit einem induktiven Durchflußmesser der hier betrachteten Art gewonnene Meßergebnis.

25

 Schon in der durch die Deutsche Patentschrift 1 295 223 gegebenen technischen Lehre wurde angestrebt, das magnetische Feld in einem Strömungskanalabschnitt eines induktiven Durchflußmessers derart inhomogen auszubilden, daß hierdurch dem Einfluß der notgedrungen vorhandenen Inhomogenität des Wertig-

keit-Vektorfeldes auf das Meßergebnis bei ungleichförmiger Strömungsverteilung über den Strömungskanalquerschnitt hin entgegengewirkt wird. Die Deutsche Patentschrift 1 295 223 schlägt hierzu vor, daß die Magnetanordnung, also das Magnetfelderzeugungssystem, so ausgebildet wird, daß die Feldkomponente in der die Elektroden enthaltenen Radialebene und in Ebenen parallel dazu in Richtung der Verbindungslinie zwischen den Elektroden von innen nach außen hin abnimmt.

Zur Verringerung der Meßwertverfälschung durch ungleichförmige Strömungsverteilung hat man auch bereits versucht, den verstärkten Einfluß des elektrodennahen Bereiches des Strömungsquerschnittes auf die Größe des Meßsignales dadurch zu kompensieren, daß man etwa gemäß der Deutschen Offenlegungsschrift 26 22 943 bei Erzeugung des Magnetfeldes mittels stromdurchflossener Spulen zusätzliche Kompensationsspulen vorsah, die in der die Elektroden enthaltenden Querschnittsebene des Strömungskanalabschnittes oder auch stromaufwärts oder stromabwärts hiervon Magnetfelder erzeugten, die die Strömung zur Erzeugung der induzierten Spannungen in den Leiterpfaden in denjenigen Bereichen durchsetzten, welche den unmittelbar nahe den Elektroden gelegenen Bereichen zuzuordnen sind, wobei die Orientierung dieser Magnetfelder zu dem Hauptmagnetfeld entgegengesetzt gerichtet war.

20

Der sich hierbei ergebende Aufbau der gesamten Einrichtung ist vergleichsweise kompliziert, wobei die in der Nähe der Elektroden gelegenen Teile des Magnetsystems, die unmittelbar auf den Bereich sehr großer Leitungspfadichte einwirken, eine sehr genaue Montage und extrem feine Justierung erfordern.

25

Ein ähnlich wie die zuvor betrachtete Einrichtung wirkender induktiver Durchflußmesser mit einem vereinfachten Aufbau des Magnetfelderzeugungssystems ist in der Deutschen Offenlegungsschrift 400 20 30 beschrieben.

Schließlich offenbart die Europäische Patentanmeldung, Veröffentlichungsnummer 41 80 33, einen induktiven Durchflußmesser der hier betrachteten Art mit einem gegenüber dem Paar einander gegenüberliegender Meßelektroden um 90° versetzten Haupt-Magnetfelderzeugungssystem, das jeweils mit sich über einen begrenzten Winkelbereich der Strömungskanalwand an dessen Außenfläche anlie-
5 genden Polschuhen ausgestattet ist, und mit diese Polschuhe umschlingenden Hilfsspulen, die sich über einen größeren Winkelbereich an die Außenfläche des Strömungskanalabschnittes anschmiegen, derart, daß über eine in Umfangsrichtung weniger als 180° überspannende Mantelfläche der Strömungskanalwand zwischen den Meßelektroden eine etwa sinusförmige Durchflutungsverteilung des
10 Magnetfelderzeugungssystems erreicht wird.

Es zeigt sich, daß auch mit diesem bekannten induktiven Durchflußmesser keine ganz zufriedenstellende Unempfindlichkeit des Meßergebnisses gegenüber strömungsgeschwindigkeitsabhängigen Veränderungen des Strömungsprofils und
15 gegenüber unsymmetrischen Verzerrungen des Strömungsprofils der Strömung im Strömungskanalabschnitt erreicht werden kann.

Der vorliegenden Erfindung liegt demgemäß die Aufgabe zugrunde, einen induktiven Durchflußmesser der hier betrachteten allgemeinen Art so auszugestalten, daß bei vergleichsweise einfachem Aufbau und einfacher Herstellung des Magnetfelderzeugungssystems eine beträchtlich verbesserte Unempfindlichkeit gegenüber Meßwertverfälschungen aufgrund von strömungsgeschwindigkeitsabhängigen Veränderungen des Strömungsprofils im Strömungskanalquerschnitt oder
20 aufgrund von Unsymmetrien des Strömungsprofils relativ zur Strömungskanalmittelachse erreicht wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen induktiven Durchflußmesser mit den Merkmalen gemäß bei dem Anspruch 1 gelöst. Es sei hier betont,

daß erfindungsgemäß eine um bis zu einer Größenordnung verbesserte Unempfindlichkeit gegenüber Meßwertverfälschungen erreicht wird, wobei dem Konstrukteur ein überraschend einfaches Konzept zur Aufgabenlösung für vielerlei Anwendungsfälle geboten wird.

5

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind Gegenstand der dem Anspruch 1 nachgeordneten Patentansprüche, deren Inhalt hierdurch ausdrücklich zum Bestandteil der Beschreibung gemacht wird, ohne an dieser Stelle den Wortlaut zu wiederholen.

10

Nachfolgend werden einige Ausführungsbeispiele anhand der Zeichnungen näher erläutert, wobei in den Zeichnungen eine in erster Linie die Wirkungsweise verdeutlichende schematische Darstellungsweise gewählt ist und auf Maßstäblichkeit kein Wert gelegt ist. In den Zeichnungen zeigen:

15

Fig. 1 eine teilweise im Schnitt gezeichnete perspektivische Darstellung eines induktiven Durchflußmessers der hier betrachteten allgemeinen Art zur Erläuterung von Begriffen und geometrischen Verhältnissen;

20

Fig. 2 eine perspektivische Ansicht eines Teiles eines induktiven Durchflußmessers zur Erläuterung des meßwertverfälschenden Einflusses einer asymmetrischen Verzerrung des Geschwindigkeits-Vektorfeldes im Strömungskanalquerschnitt relativ zur Strömungskanalmittelachse;

25

Fig. 3 eine perspektivische Ansicht eines Teiles eines induktiven Durchflußmessers zur Erläuterung des meßwertverfälschenden Einflusses einer Änderung des zur Strömungskan-

nalmittelachse symmetrischen Strömungsgeschwindigkeit-Vektorfeldes beim Übergang von einer laminaren Strömung zu einer turbulenten Strömung;

5 Fig. 4 eine perspektivische Ansicht eines Teiles eines induktiven Durchflußmessers, durch dessen Strömungskanalquerschnitt eine laminare Strömung der elektrisch leitenden Flüssigkeit tritt;

10 Fig. 5 eine schematische perspektivische Ansicht eines induktiven Durchflußmessers der hier angegebenen Art mit einem aus Feldspulen gebildeten Magnetfelderzeugungssystem;

15 Fig. 6 eine schematische perspektivische Ansicht eines induktiven Durchflußmessers der hier angegebenen Art mit einem aus einem magnetischen Schließungskreis mit Polschuhen gebildeten Magnetfelderzeugungssystem; und

20 Fig. 7A bis 7F Abwicklungen der Strömungskanalinnenwand in einem Umfangsbereich zwischen dem Mittelpunkt zwischen den Meßelektroden bis zu einer Meßelektrode hin, für verschiedene Ausführungsformen eines induktiven Durchflußmessers der hier angegebenen Art.

25 Der in Fig. 1 in seinen grundsätzlichen Bestandteilen dargestellte induktive Durchflußmesser der hier betrachteten allgemeinen Art enthält einen Strömungskanalabschnitt 1 in Gestalt eines Rohres aus elektrisch isolierendem Material. Die Mittellängsachse des Strömungskanalabschnittes 1 ist mit Z bezeichnet. In der Mitte der Längserstreckung des Strömungskanalabschnittes 1 befinden sich an

einander diametral über den betreffenden Strömungskanalquerschnitt hinweg gegenüberliegenden Orten beispielsweise etwa punktförmige Meßelektroden 2 und 3, welche über durch die Wand des elektrisch isolierenden Strömungskanalabschnittes 1 reichende Meßleitungen 4 bzw. 5 an ein Spannungsmeßgerät 6 angeschlossen sind. Die Meßelektroden 2 und 3 können auf der Innenseite des Strömungskanalabschnittes 1 unmittelbar Verbindung zu der den Strömungskanalabschnitt 1 durchfließenden, elektrisch leitenden Flüssigkeit aufnehmen oder aber bei dem Fachmann bekannter Wechselstromerregung eines Magnetfelderzeugungssystems des induktiven Durchflußmessers kapazitiv an die elektrisch leitende Flüssigkeit angekoppelt sein, so daß die Meßelektroden in diesem Fall an der Innenseite des Strömungskanalabschnittes 1 nicht frei zu liegen brauchen. Der Abstand der die Meßelektroden 2 und 3 enthaltenden Querschnittsebene des Strömungskanalabschnittes 1 von dessen stromauf gelegendem Ende und dessen stromab gelegendem Ende sei jeweils mit z bezeichnet.

15

Schließlich ist in Fig. 1 durch Blocksymbole ein Magnetfelderzeugungssystem 7 angedeutet. Dieses erzeugt ein durch Vektoren der magnetischen Induktion dargestelltes Induktions-Vektorfeld \vec{B} , wobei die magnetischen Feldlinien die Wand des Strömungskanalabschnittes 1 und dessen Innenraum durchsetzen und im wesentlichen senkrecht zur Mittelachse Z und senkrecht zur die Meßelektroden 2 und 3 verbindenden Durchmesserlinie des Strömungskanalquerschnittes orientiert sind.

20

Die hier betrachtete Länge des Innenraumes des Strömungskanalabschnittes 1 von $2z$ ist hier etwa gleich dem Durchmesser des Strömungskanalquerschnittes gewählt. Ein von dem Magnetfelderzeugungssystem 7 erzeugtes Magnetfeld sei für die Erläuterungszwecke im Zusammenhang mit Fig. 1 zunächst als im gesamten Innenraum des Strömungskanalabschnittes 1 homogen angenommen. Wird nun eine elektrisch leitende Flüssigkeit durch den Innenraum des Strömungskanalab-

25

schnittes 1 geführt, so haben die Strömungspartikel der Flüssigkeit Geschwindigkeiten entsprechend den einzelnen zu der Mittellängsachse Z parallelen Geschwindigkeitsvektoren eines Vektorfeldes \vec{v} .

5 Eine Vielzahl von den den gesamten Innenraum des Strömungskanalabschnittes 1 sowohl über den Kanalquerschnitt als auch über die Länge des Strömungskanalabschnittes 1 hin durchsetzenden Leiterpfaden ist durch gestrichelte Linien w in Fig. 1 angedeutet. Bewegt sich die elektrische leitende Flüssigkeit entsprechend dem Geschwindigkeits-Vektorfeld \vec{v} durch den Strömungskanalabschnitt 1, so sind die Leiterpfade entsprechend den Linien w als im Magnetfeld bewegte Leiter zu verstehen, in welchen jeweils elektromotorische Kräfte aufgrund der Bewegung der Leiterpfade induziert werden, derart, daß schließlich zwischen den Meßelektroden 2 und 3 eine resultierende induzierte Meßspannung ansteht, welche durch das Meßgerät 6 gemessen wird und zu der Durchflußmenge je
10
15 Zeiteinheit der elektrisch leitenden Flüssigkeit in Beziehung steht.

Aufgrund der Orientierung und des Verlaufs der in der elektrisch leitenden Flüssigkeit angenommenen Leiterpfade entsprechend den Linien w tragen die in den einzelnen Leiterpfaden induzierten elektromotorischen Kräfte in unterschiedlichem Maße zu dem schließlich am Meßgerät 6 ablesbaren Meßsignal S bei. Dies ergibt sich daraus, daß die Leiterpfade mindestens in bestimmten Abschnitten ihres Verlaufes zwischen den Meßelektroden 2 und 3 eine von dem Verlauf senkrecht zur Mittellängsachse Z und senkrecht zu den Feldlinien des Magnetfeldes unterschiedliche Orientierung haben und auch jeweils unterschiedliche Längen besitzen.

25

Aus diesem Grunde rechtfertigt sich eine Betrachtung der Leiterpfadkonfiguration als Leiterpfadkonfigurations-Wertigkeitsvektorfeld \vec{W} , wobei dieses nachfolgend abgekürzt als Wertigkeits-Vektorfeld bezeichnete Vektorsystem die für die

Induktion von elektromotorischen Kräften verantwortlichen Orientierungskomponenten das Leiterpfadverlaufs berücksichtigen.

Das an dem Spannungsmeßgerät 6 ablesbare Signal S ist folgendermaßen
5 auszudrücken:

$$S \sim \int_{(Vol)} (\vec{B} \times \vec{W}) \cdot \vec{v} \, d(Vol)$$

Haben sämtliche zur Mittellängsachse Z parallele Vektoren des Strömungs-
10 geschwindigkeit-Vektorfeldes \vec{v} gleiche Länge, ist also die Strömungsgeschwindigkeit über dem Strömungskanalquerschnitt hin konstant, dann ergibt sich eine lineare Abhängigkeit des Meßsignales S von der Strömungsgeschwindigkeit, da das Produkt $(\vec{B} \times \vec{W})$ im wesentlichen als eine durch die geometrische Anordnung im Durchflußmesser bestimmte Vorrichtungskonstante ist.

15

Praktisch aber erleidet das Geschwindigkeits-Vektorfeld \vec{v} für bestimmte Betriebsfälle des induktiven Durchflußmessers bestimmte Verzerrungen, die kurz unter Bezugnahme auf die Fig. 2 bis 4 rein qualitativ behandelt seien.

20 Fig. 2 zeigt ein Vektorfeld \vec{v} der Geschwindigkeitsverteilung über den Strömungskanalquerschnitt hin, bei dem keine Rotationssymmetrie des Strömungsprofils mit Bezug auf die Mittellängsachse Z des Strömungskanalabschnittes 1 vorliegt. Der Bereich maximaler Geschwindigkeitsvektoren des Vektorfeldes \vec{v} ist mit Bezug auf die Mittellängsachse Z nach abwärts asymmetrisch ver-
25 setzt. Diese Geschwindigkeitsverteilung kann beispielsweise daraus resultieren, daß sich in Kanalabschnitten, welche dem Strömungskanalabschnitt 1 vorgeschaltet sind, Strömungshindernisse, beispielsweise Ventilschieber, Rohrkrümmer und dgl. befinden, die bewirken, daß sich beispielsweise im unteren Quadranten des

Rohrquerschnittes die maximalen Strömungsvektoren der Strömungsverteilung befinden. Der Bereich des Maximum kann jedoch auch in anderen Quadranten liegen, etwa in einem Querschnittsquadranten, an den die Meßelektrode 2 angrenzt, oder in einem Querschnittsquadranten, welcher dem Scheitelpunkt des Strömungskanalabschnittes 1 benachbart ist, oder auch in dem Querschnittsquadranten, an den die Meßelektrode 3 angrenzt.

Fig. 3 zeigt eine Situation, bei der aufgrund hoher Strömungsgeschwindigkeit im Strömungskanalabschnitt 1 ein Übergang von der laminaren Strömung (siehe Fig. 4) zu einer turbulenten Strömung stattgefunden hat. Das Strömungsprofil ist in einem Axiallängsschnitt einer Trapezform angenähert, wobei Randschichten geringer Strömungsgeschwindigkeit verhältnismäßig geringe radiale Stärke haben. Im Bereich einer laminaren Strömung gemäß Fig. 4 hat das Strömungsprofil des Vektorfeldes \vec{v} die Gestalt eines zu der Mittellängsachse Z symmetrischen Rotationsparaboloides.

Sowohl die Lage als auch die Größe der Asymmetrie des Strömungsprofils gegenüber der Mittellängsachse Z nach Fig. 2 als auch die prinzipielle Gestalt eines zur Mittellängsachse Z symmetrischen Strömungsprofils nach den Fig. 3 und 4 und schließlich auch die Gestalt eines rotationsparaboloidischen Strömungsprofils im laminaren Strömungsbereich haben Einfluß auf das an dem Meßgerät 6 nach Fig. 1 ablesbare Meßsignal im Sinne einer Meßwertverfälschung, wenn von einem homogenen Magnetfeld B ausgegangen wird, da Abweichungen der praktischen Geschwindigkeits-Vektorfelder \vec{v} von einer über den Strömungskanalquerschnitt gleichförmigen Verteilung jeweils unterschiedliche Bewegungen der durch das Linienfeld \vec{w} in Fig. 1 versinnbildlichten Leiterpfade des Wertigkeits-Vektorfeldes \vec{W} und damit unterschiedliche Beiträge zum Signal S bedeuten.

Es wurde nun gefunden, daß die Kompensation des meßwertverfälschenden Einflusses der Verzerrung der Strömungsgeschwindigkeitsverteilung über den Strömungskanalquerschnitt hin durch eine besondere Gestaltung von Wirkflächenanordnungen sehr erfolgreich ist, wobei diese Wirkflächenanordnungen diejenigen
5 Flächengebilde sind, auf welche beschränkt die Feldlinien des Magnetfelderzeugungssystems die Strömungskanalinnenwand jeweils durchdringen. Diese Wirkflächenanordnungen liegen an der Strömungskanalinnenwand zwischen den Meßelektroden und erstrecken sich umfangsmäßig entsprechend dem Umschlingungswinkel von Polschuhen oder von Feldspulen anordnungen mit Bezug auf den
10 Strömungskanalumfang, sowie in axialer Richtung entsprechend der axialen Erstreckung von Polschuhen oder von Feldspulen anordnungen symmetrisch stromauf und stromab von dem die Meßelektrodenpunkte enthaltenden Strömungskanalabschnitt-Radialquerschnitt.

15 Hierzu sei anhand der Fig. 5 und 6 folgendes ausgeführt:

Fig. 5 zeigt eine Ausführungsform, bei der das dem Strömungskanalabschnitt 1 und den Meßelektroden 2 und 3 in der dargestellten Weise zugeordnete Magnetfelderzeugungssystem von zwei Feldspulen 7L gebildet ist, welche sich an
20 die äußere Umfangsfläche des Strömungskanalabschnittes 1 in der dargestellten Weise anschmiegen, jeweils in einander diametral gegenüberliegenden Bereichen zwischen den Meßelektroden 2 und 3 gelegen sind und welche einen in Fig. 5 mit $2\varphi_0$ bezeichneten Umschlingungswinkel überspannen. Die Axialerstreckung der Feldspulen 7L betrage jeweils b in symmetrischer Lage zu der die Meßelektroden 2 und 3 enthaltenden Radialebene.
25

In ganz entsprechender Weise zeigt Fig. 6 eine stark schematisierte perspektivische Ansicht eines induktiven Durchflußmessers mit einem das Magnetfelderzeugungssystem bildenden Schließungskreis 20, der eine nicht dargestellte Erre-

gerspule trägt, und der einander über den Strömungskanalabschnitt 1 gegenüberstehende Polschuhe 7P aufweist, die mit Bezug auf die Axialerstreckung wiederum symmetrisch zu der die Meßelektrodenpunkte enthaltende Radialebene gelegen sind und eine axiale Erstreckung b haben, während sie in Umfangsrichtung den im Querschnitt runden Strömungskanalabschnitt 1 mit einem Umschlingungswinkel von jeweils $2\phi_0$ umgeben, wie in Fig. 6 durch strichpunktierte Linien deutlich gemacht ist.

Werden die Feldspulen 7L der Ausführungsform nach Fig. 5 mit einem Erregerstrom beaufschlagt oder wird die Erregerwicklung des magnetischen Schließungskreises 20 der Ausführungsform nach Fig. 6 erregt, so durchdringen magnetische Feldlinien der von den Feldspulen bzw. den Polschuhen 7 im Innenraum des Strömungskanalabschnittes 1 erzeugten magnetischen Felder die begrenzende Innenwand des Strömungskanalabschnittes 1 jeweils weitestgehend beschränkt auf einander diametral gegenüberliegende zylindrische Wirkflächenanordnungen, auf deren Gestalt es gemäß der hier gegebenen Lehre wesentlich ankommt, um in überraschend einfacher Weise meßwertverfälschende Einflüsse von Verzerrungen der Strömungsgeschwindigkeitsverteilung über den Strömungskanalquerschnitt hin zu kompensieren.

Die möglichen Formen der Wirkflächenanordnungen lassen sich aus Abwicklungen der zylindrischen Innenwand des Strömungskanalabschnittes 1 im Umfangsbereich zwischen der mittig zwischen den Meßelektroden 2 und 3 gelegenen Zylindermantellinie und der durch je eine der Meßelektroden, beispielsweise durch die Meßelektrode 3 gehenden Zylindermantellinie gemäß den Darstellungen nach den Fig. 7A bis 7F erkennen. In den Fig. 7A bis 7F bezeichnet eine strichpunktierte Horizontallinie R die Spur der Verschneidung zwischen der Strömungskanalinnenwand und einer die Meßelektroden 2 und 3 enthaltenden Radialebene. Sämtliche gezeigten Abwinklungen erstrecken sich über eine Umfangswinkelbe-

reich von $\varphi=90^\circ$ und stellen also jeweils ein viertel der Innenumfangsfläche des Strömungskanalabschnittes 1 dar.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 7A ist die Wirkflächenanordnung mit Fa bezeichnet und entspricht qualitativ derjenigen Magnetfeldlinien-Durchtrittsfläche, die durch die Feldspulenanordnung 7L nach Fig. 5 in einem Quadranten der Strömungskanalinnenfläche erzeugt wird.

Zeichnet man an die Wirkflächenanordnung Fa tangentielle Begrenzungsgeraden T1 und T2, welche die Wirkflächenanordnung Fa in zwei Punkten von außen berühren, so ist aufgrund der Gestalt der Wirkflächenanordnung dafür Sorge getragen, daß diese Begrenzungsgeraden T1 und T2 paarweise in Richtung auf den jeweiligen Ort der Messelektrode, in der gewählten Darstellung also der Meßelektrode 3, hin konvergieren, wobei diese Bedingung allein für den angestrebten Zweck jedoch nicht ausreichend ist. Von wesentlicher Bedeutung ist, daß die Wirkflächenanordnungen so geformt sind, daß sich zwischen den jeweiligen zwei Berührungspunkten Konkavbereiche K befinden, in denen die Umgrenzungslinien der Wirkflächenanordnungen Fa keinerlei Berührungspunkte mit den tangentialen Begrenzungsgeraden T1 bzw. T2 haben.

20

Bei der Ausführungsform nach Fig. 7B sind die Wirkflächenanordnungen Fb aufgrund entsprechender Gestaltung der Feldspulen 7L in den Bereichen größeren Umschlingungswinkels mittels Einschnürungen versehen, so daß die Konkavbereiche K vergrößert sind. Die Wirkflächenanordnungen Fb sind jedoch noch jeweils in sich geschlossen.

25

Gemäß der in Fig. 7C gezeigten Ausführungsform können die Wirkflächenanordnungen auch durch voneinander getrennte Flächengebilde Fc ausgebildet sein, was bedeutet, daß in einem bestimmten Umschlingungswinkelbereich gerin-

gerer Erstreckung eine Hauptfeldspule vorgesehen ist, an welche sich jeweils in größeren Umschlingungswinkelbereichen in Richtung auf die Meßelektroden 2 und 3 hin kleine Hilfsfeldspulen mit zu demjenigen der Hauptfeldspule gleichem Wicklungssinn befinden. Durch eine solche Ausbildung können die Konkavbereiche K zwischen den Umgrenzungslinien der Wirkflächenanordnung F_c und den tangentialen Begrenzungsgeraden T1 und T2 noch vergrößert werden, wenn dies in bestimmten Fällen wünschenswert ist.

Es hat sich gezeigt, daß die umfangsmäßige Erstreckung der Wirkflächenanordnungen F_a bzw. F_b bzw. F_c entsprechend dem Umschlingungswinkel $2\varphi_0$ der zugehörigen Feldspulenordnung 7L im Bereich von mindestens 120° , vorzugsweise mehr als 140° liegt, wobei Umschlingungswinkelbereiche über 140° zu überraschend guten Ergebnissen führen.

Betrachtet man die Ausführungsformen nach den Fig. 7A bis 7C, so erkennt man, daß die Wirkflächenanordnungen F_a bzw. F_b bzw. F_c ihren Flächenschwerpunkt der Umfangsmitte der Strömungskanalinnenfläche zwischen den Meßelektroden näherliegend haben, während diejenigen Teile der Wirkflächenanordnungen, die sich weiter hin zu den Meßelektroden 2 bzw. 3 erstrecken, geringeres Flächengewicht haben. Es ist in diesem Zusammenhang festzustellen, daß im Sinne der Lösung der gestellten Aufgabe sehr vorteilhafte Ergebnisse erzielt werden, wenn jede Wirkflächenanordnung in einem Umfangsbereich von der symmetrisch zwischen den Meßelektroden gelegenen Umfangsmitte entsprechend $\varphi=0$ bis zu $\varphi=\pm\varphi_0/2$ mindestens 65%, vorzugsweise mehr als 75% ihres Flächeninhaltes aufweist, und in einem Umfangsbereich von $\varphi=\pm\varphi_0/2$ bis $\varphi=\pm\varphi_0$ jeweils entsprechend höchstens 35%, vorzugsweise weniger als 25% ihres Flächeninhaltes aufweist.

In analoger Weise wie Fig. 7A in einem Quadrant die Wirkflächenanordnungen in Abwicklung darstellt, wie sie von Feldspulenordnungen 7L gemäß Fig. 5

definiert werden, zeigt Fig. 7D die Abwicklung über einen Quadranten einer Wirkflächenanordnung Fd, wie sie etwa durch die Polschuhanordnung 7P des magnetischen Schließungskreises 20 von Fig. 6 definiert wird. Auch hier konvergieren an die Wirkflächenanordnung Fd gelegte tangentiale Begrenzungsgeraden T1 und T2, welche die Wirkflächenanordnung Fd jeweils in zwei Punkten von außen berühren paarweise, in Richtung auf den jeweiligen Ort der Meßelektroden hin, vorliegend also auf den Ort der Meßelektrode 3 hin. Zwischen den jeweiligen zwei Berührungspunkten liegen auch hier Konkavbereiche K, in denen die Umgrenzungslinien der Wirkflächenanordnungen keinerlei Berührungspunkte mit den tangentialen Begrenzungsgeraden T1 und T2 haben.

Fig. 7E zeigt eine Wirkflächenanordnung Fe, bei der voneinander getrennte Wirkflächenelemente zusammenwirken. Der Fachmann erkennt, daß eine solche Wirkflächenanordnung durch Polschuhe definiert werden kann, die abweichend von der Anordnung gemäß Fig. 6 anstelle der einstückig angesetzten schmälere Polschuhstege gesonderte Hilfspolschuhe aufweist, die sich jeweils beidseitig von Hauptpolschuhen zwischen diesen und den Meßelektroden gelegen an die jeweiligen Umfangsflächen des Strömungskanalabschnittes 1 anlegen und mit Bezug auf die Hauptpolschuhe gleichdurchflutet sind. Die Konkavbereiche K haben bei der Ausbildung der Wirkflächenanordnung Fe gegenüber der Ausführungsform nach Fig. 7D größere Erstreckung.

Schließlich zeigt die Darstellung von Fig. 7F die Möglichkeit auf, bei nicht in sich geschlossenen Wirkflächen etwa nach der Art von Fig. 7C oder 7E zwischen den Wirkflächenteilen symmetrisch zu beiden Seiten eines Hauptwirkflächenelementes Unter-Wirkflächen Fu anzuordnen, durch die Feldlinien von Magnetfeldern treten, die entgegengesetzt zu den die Wirkflächenanordnungen durchdringenden Feldlinien orientiert sind und welche von Zusatz-Magnetfelderzeugungssystemen erzeugt werden, welche magnetische Zu-

- 17 -

satz-Schließungskreise oder Zusatz-Feldspulenordnungen enthalten. Für bestimmte charakteristische Verzerrungen des Strömungsgeschwindigkeitsfeldes im Strömungskanalquerschnitt kann hier eine weitere Verbesserung der Kompensation erreicht werden. Wesentlich ist jedoch, daß das der jeweiligen Meßelektrode
5 nächstgelegene Wirkflächenanordnungselement von Feldlinien durchsetzt wird, die mit denjenigen des Haupt-Wirkflächenanordnungselementes in der Orientierung übereinstimmt.

Ansprüche

1. Induktiver Durchflußmesser für elektrisch leitfähige Flüssigkeiten,

- 5 - mit einem mindestens auf seiner Innenseite elektrisch isolierenden Strömungskanalabschnitt (1) im wesentlichen kreisrunden Querschnittes;
- mit mindestens einem Paar einander diametral gegenüberliegender, mit der elektrisch leitfähigen Flüssigkeit elektrisch gekoppelter Elektro-
- 10 den (2, 3); und
- mit einem Magnetfelderzeugungssystem (7), welches entweder von einem magnetischen Schließungskreis (20) mit einer Erregerwicklung und mit Polschuhen (7P), die den Strömungskanalabschnitt (1) auf bestimmte
- 15 Axiallänge (b) und mit bestimmten Umschlingungswinkel ($2\varphi_0$) umfassen, oder von einer Feldspulenanordnung (7L) gebildet ist, die den Strömungskanalabschnitt (1) auf bestimmte Axiallänge (b) und mit bestimmtem Umschlingungswinkel ($2\varphi_0$) umfaßt, und welches ein dem Strömungskanalinnenraum im Bereich stromauf und stromab von den
- 20 Meßelektroden (2, 3) sowie zwischen diesen durchdringendes, im wesentlichen senkrecht zu der Verbindungsgeraden zwischen den Meßelektroden und senkrecht zur Strömungskanalängsachse (Z) orientiertes Magnetfeld erzeugt, dessen Feldlinien die Strömungskanalinnenwand jeweils auf Wirkflächenanordnungen (Fa, Fb, Fc, Fd, Fe, Ff) beschränkt
- 25 durchdringen, die zwischen den Meßelektroden (2, 3) gelegen sind und sich umfangsmäßig entsprechend dem genannten Umschlingungswinkel ($2\varphi_0$) und axial entsprechend der genannten Axiallänge (b) erstrecken;

dadurch gekennzeichnet, daß in einer Abwicklungsdarstellung der Strömungskanalinnenwand an die Wirkflächenanordnungen (Fa, Fb, Fc, Fd, Fe, Ff) gelegte tangentielle Begrenzungsgeraden (T1, T2), welche die Wirkflächenanordnungen in zwei Punkten von außen berühren, paarweise in Richtung auf den jeweiligen Ort der Meßelektroden (2, 3) hin konvergieren und sich zwischen den jeweiligen zwei Berührungspunkten Konkavbereiche (K) befinden, in denen die Umgrenzungslinien der Wirkflächenanordnungen keinerlei Berührungspunkte mit den tangentialen Begrenzungsgeraden haben.

10

2. Induktiver Durchflußmesser nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die umfangmäßige Erstreckung ($2\varphi_0$) der Wirkflächenanordnungen 125° bis 145° , oder mindestens 120° , vorzugsweise mehr als 140° , beträgt.

15

3. Induktiver Durchflußmesser nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß jede Wirkflächenanordnung (Fa – Ff) in einem Umfangsbereich von der symmetrisch zwischen den Meßelektroden (2, 3) gelegenen Umfangsmitte entsprechend $\varphi=0$ bis zu $\varphi=\pm\varphi_0/2$ mindestens 65%, vorzugsweise mehr als 75% ihres Flächeninhaltes, und im Umfangsbereich von $\varphi=\pm\varphi_0/2$ bis $\varphi=\pm\varphi_0$ jeweils entsprechend höchstens 35%, vorzugsweise weniger als 25% ihres Flächeninhaltes aufweist.

20

4. Induktiver Durchflußmesser nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Wirkflächenanordnungen jeweils in sich geschlossene Gebilde sind.

25

- 3 -

5. Induktiver Durchflußmesser nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Wirkflächenanordnungen jeweils nicht in sich geschlossenen Flächengebilde sind.

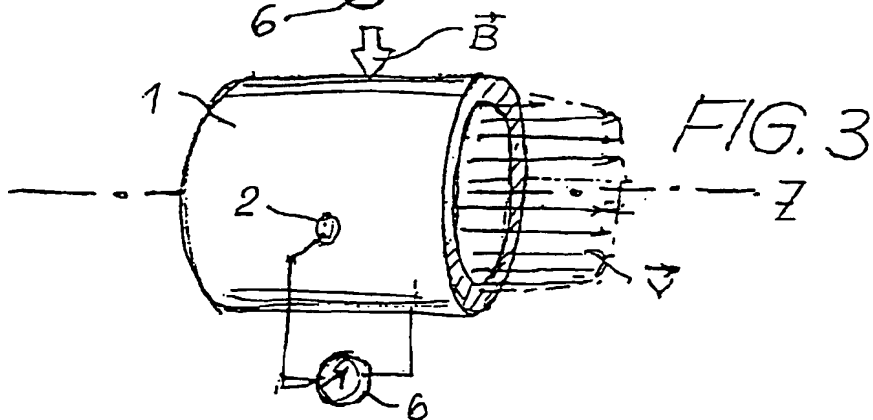
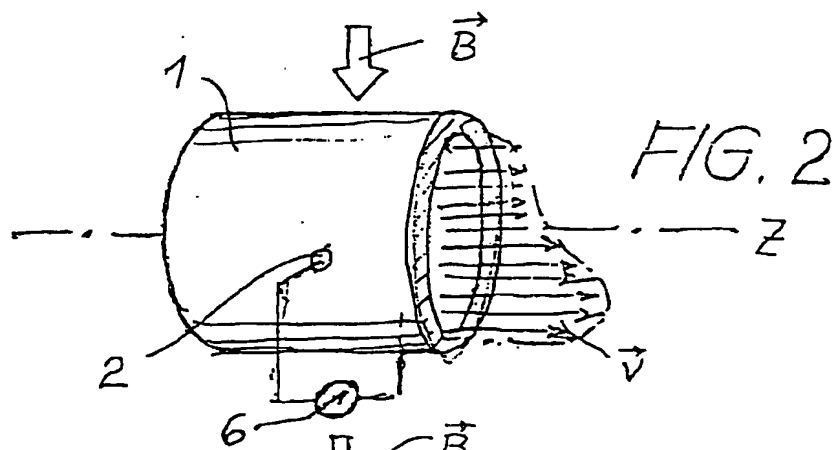
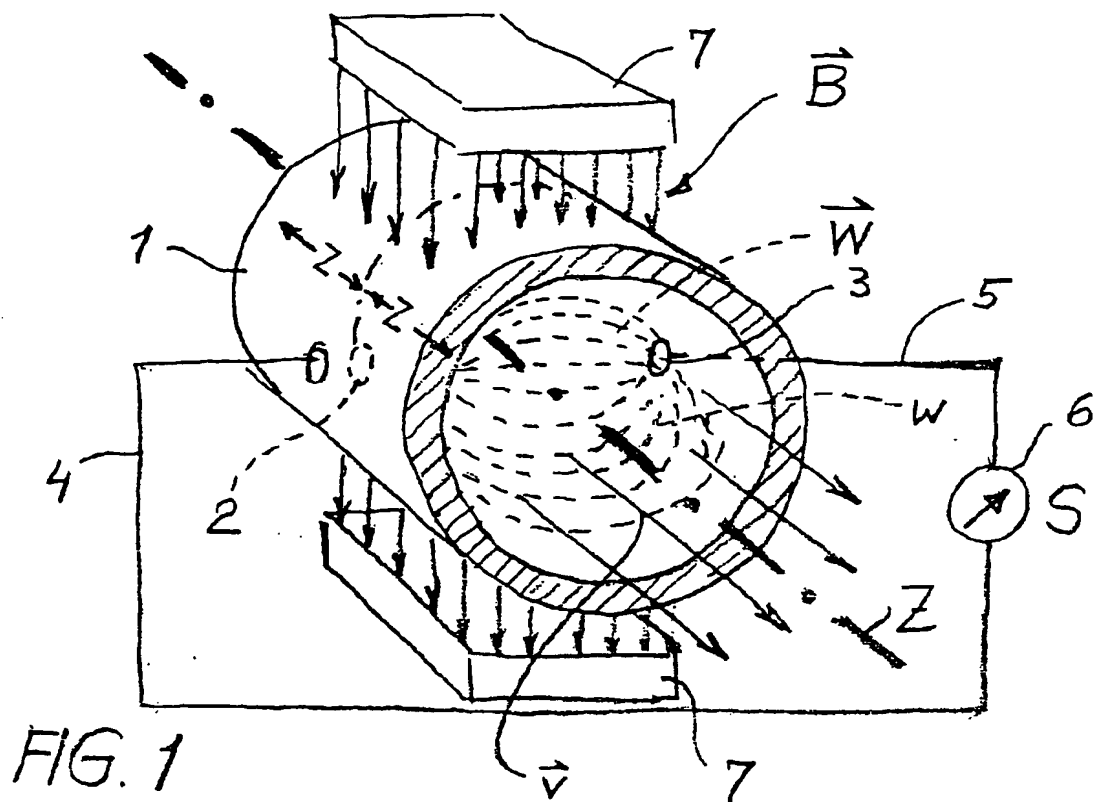
5

6. Induktiver Durchflußmesser nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch zwischengelagerte Unter-Wirkflächen (Fu), durch welche Feldlinien von Magnetfeldern treten, die entgegengesetzt zu den die Wirkflächenanordnungen durchdringenden Feldlinien orientiert sind und von Zusatz-Magnetfelderzeugungssystemen erzeugt werden, welche magnetische Zusatz-Schließungskreise oder Zusatz-Feldspulenordnungen enthalten (Fig. 7F).

10

- 15 7. Induktiver Durchflußmesser nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichte der magnetischen Feldlinien in den Wirkflächenanordnungen über diese hin im wesentlichen konstant ist.

20



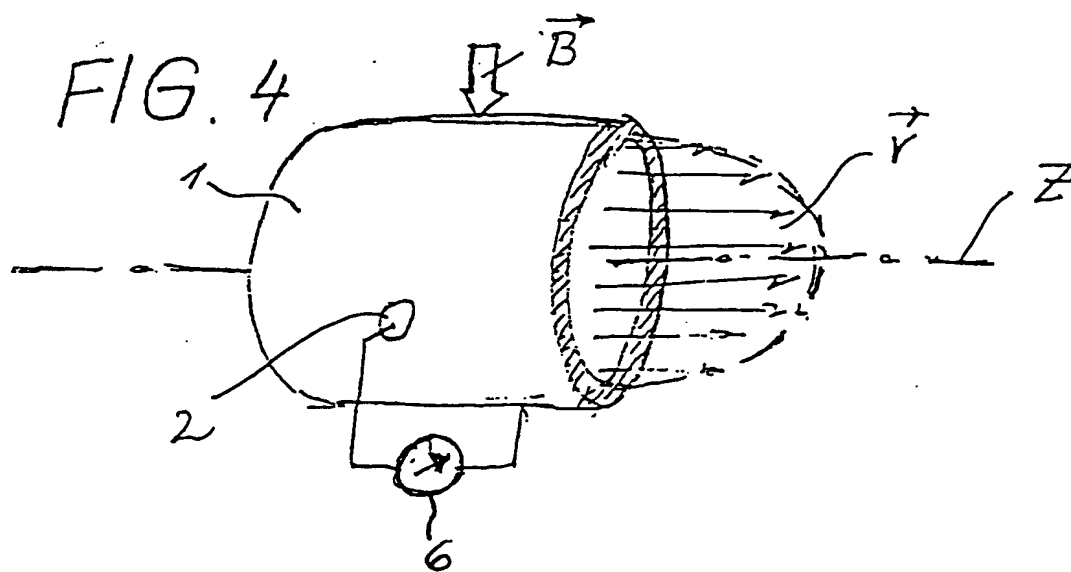


FIG. 5

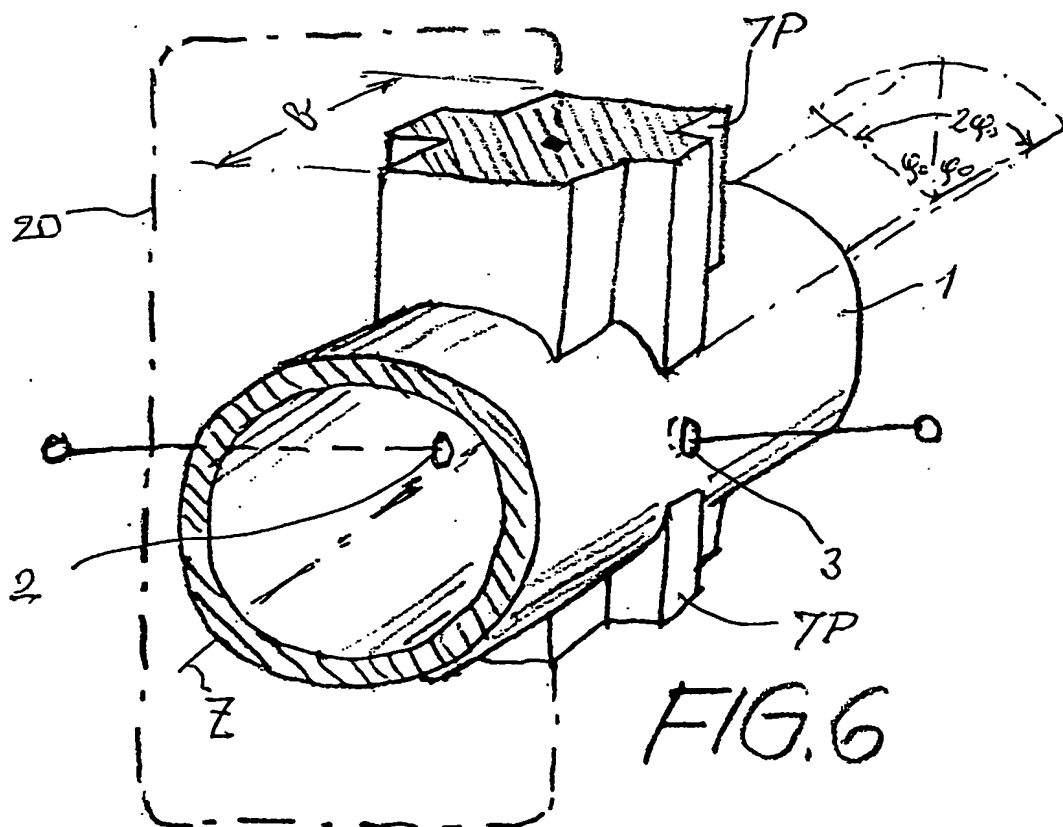
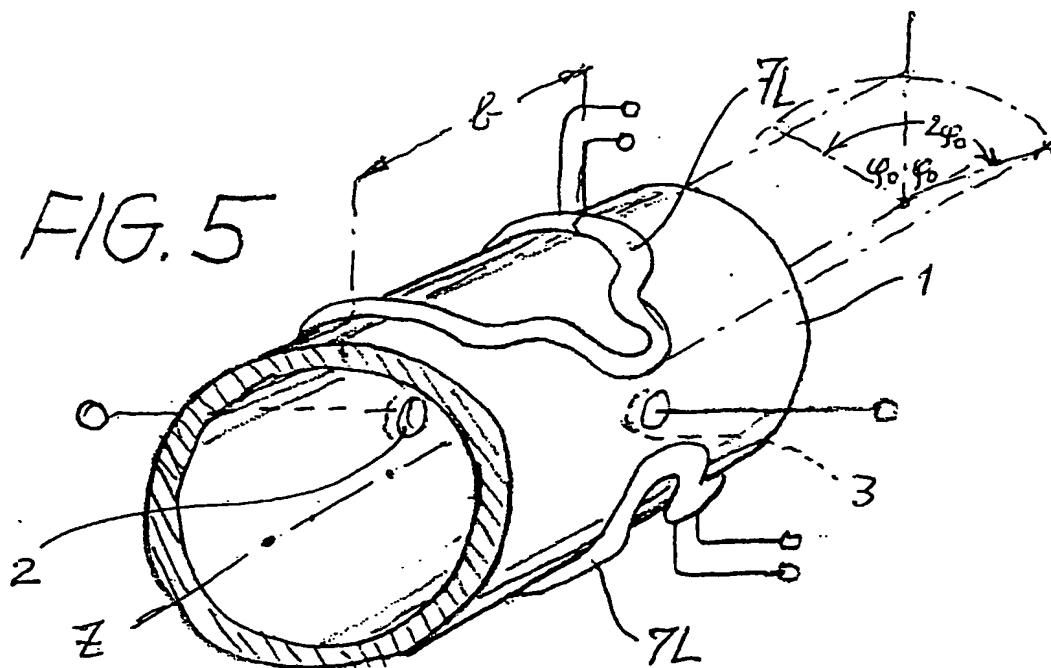
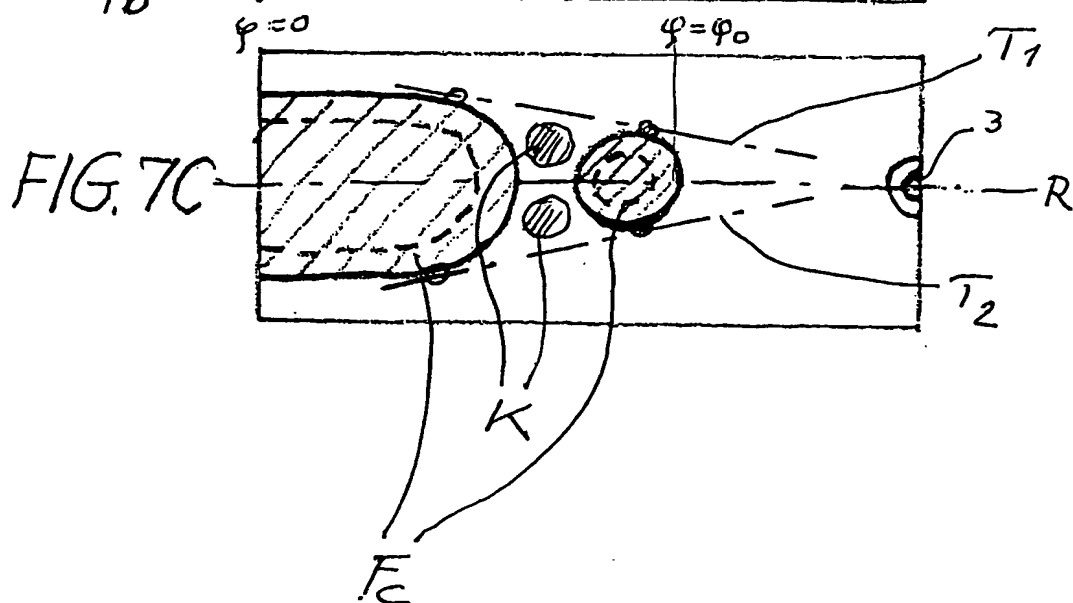
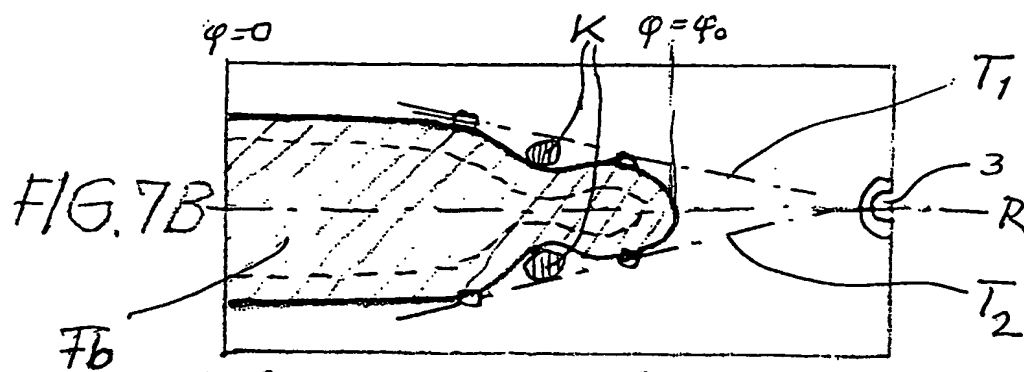
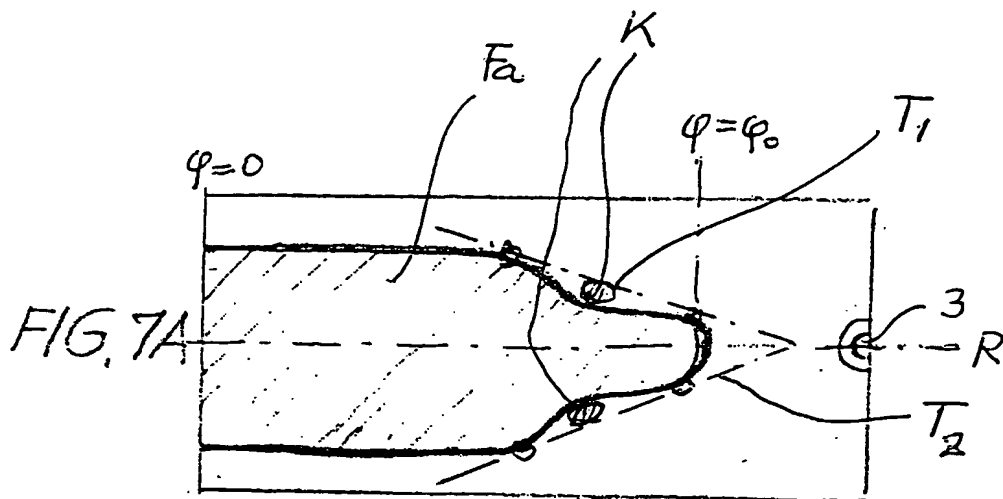
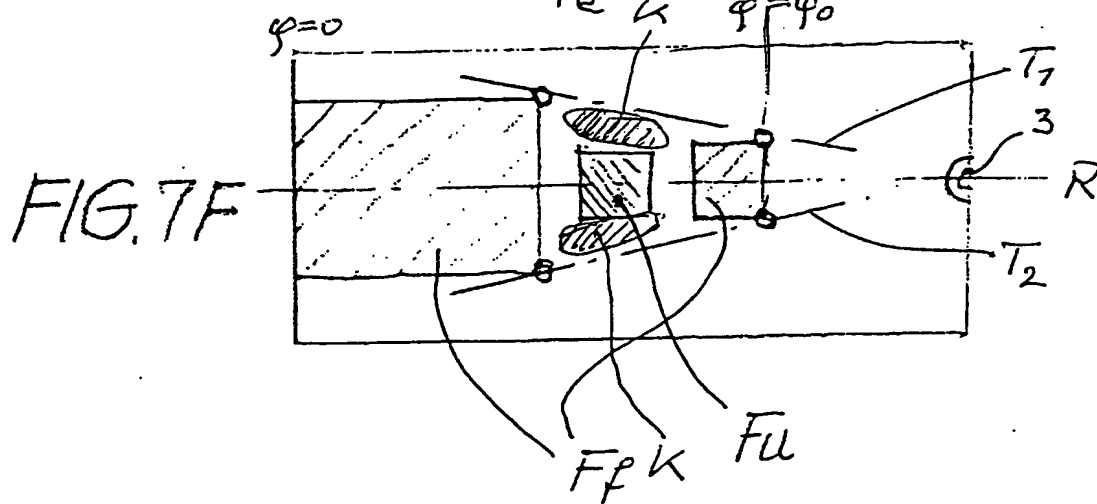
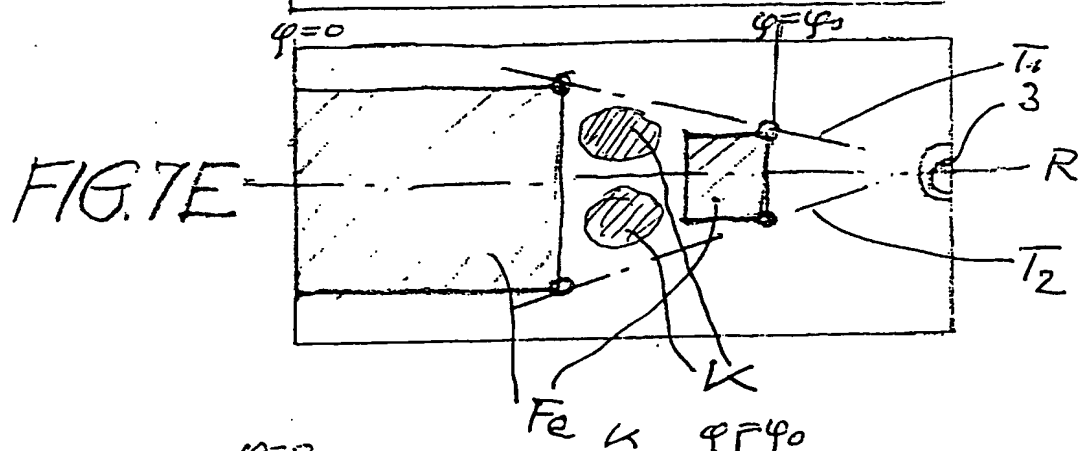
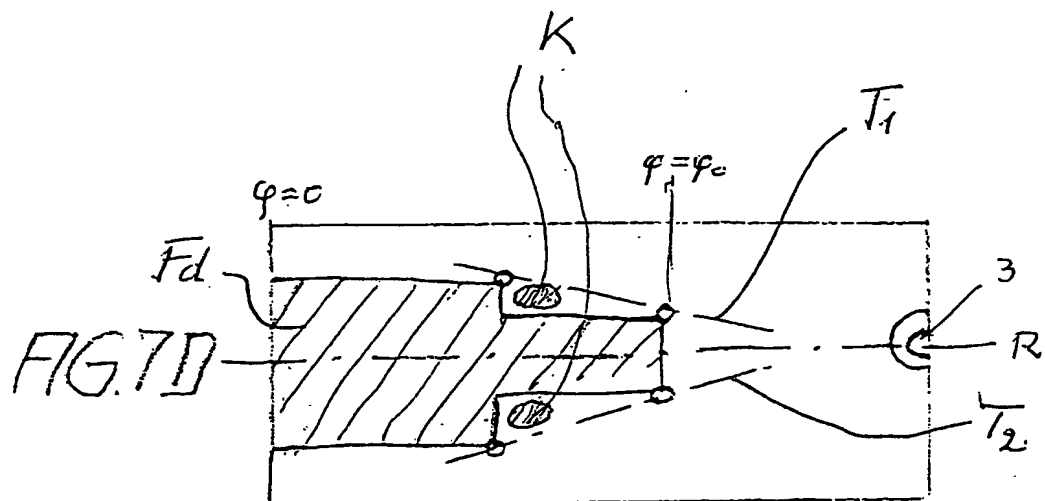


FIG. 6





(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. April 2004 (15.04.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/031698 A3

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: G01F 1/58

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/010297

(22) Internationales Anmeldedatum:
16. September 2003 (16.09.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 44 647.4 25. September 2002 (25.09.2002) DE

(71) Anmelder: KETELSEN, Broder [DE/DE]; Asternweg
15, 37124 Rosdorf (DE).

(71) Anmelder und

(72) Erfinder: KETELSEN, Andres [DE/DE]; Mauerhof 10,
37124 Rosdorf (DE).

(74) Anwalt: KUHNEN & WACKER; Patent- und Recht-
sanwaltsbüro, Prinz-Ludwig-Strasse 40A, 85354 Freising
(DE).

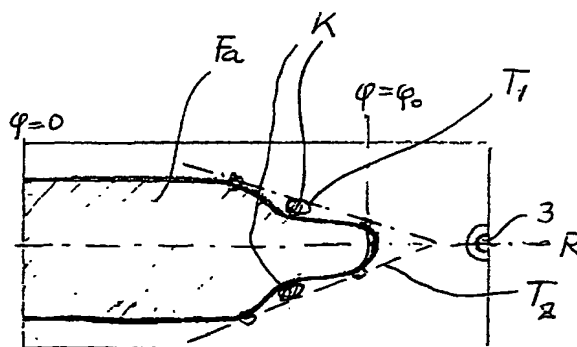
(81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,
KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK,
MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO,
RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ,
UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO Patent (GH,
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),
eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,
TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL,
PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG,
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: INDUCTIVE FLOW METER FOR ELECTRICALLY CONDUCTIVE LIQUIDS

(54) Bezeichnung: INDUKTIVER DURCHFLUSSMESSER FÜR ELEKTRISCH LEITFÄHIGE FLÜSSIGKEITEN



(57) Abstract: An inductive flow meter for electrically conductive liquids, provided with an insulating flow channel section having a circular cross-section, a pair of diametrically opposite electric electrodes which are electrically coupled to the electrically conductive liquid and a magnetic field generating system which comprises said flow channel section with a specific angle of contact and a magnetic field which is produced with a field line direction which is substantially perpendicular to the connecting line between the measuring electrodes and perpendicular to the longitudinal axis of the flow channel. The inventive device displays increased immunity from measuring value errors as a result of flow speed-dependent modifications of the flow profiles in the flow channel section or as a result of asymmetries of the flow profile in relation to the center axis of the flow channel. This is achieved by means of active surface devices, i.e. surface structures, onto which the field lines of the magnetic field generation system pass to a limited extent via the inner wall of the flow channel, which are measured in a specific manner such that in an involute representation of the inner wall of the flow channel, tangential, referential straight lines which are located on the active surface devices and which enter into contact with the active surface devices at two points from the outside, converge in pairs in the direction of the respective location of the measuring electrodes and concave areas are formed between the respective two contact points wherein the defining lines of the active surface devices do not have any points of contact with the tangential defining straight line.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/031698 A3

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen

Recherchenberichts: 19. August 2004

(57) Zusammenfassung: Bei einem induktiven Durchflussmesser für elektrisch leitfähige Flüssigkeiten mit einem isolierenden Strömungskanalabschnitt kreisrunden Querschnittes, einem Paar einer diametral gegenüberliegender, mit der elektrisch leitfähigen Flüssigkeit elektrisch gekoppelter Elektroden und mit einem Magnetfelderzeugungssystem, welches den Strömungskanalabschnitt mit bestimmtem Umschlingungswinkel umfasst und ein Magnetfeld mit Feldlinienrichtung im wesentlichen senkrecht zur Verbindungsgeraden zwischen den Messelektroden und senkrecht zur Strömungskanalängsachse erzeugt, wird eine erhöhte Unempfindlichkeit gegenüber Messwertverfälschungen aufgrund von strömungsgeschwindigkeitsabhängigen Veränderungen des Strömungsprofils im Strömungskanalabschnitt oder aufgrund von Unsymmetrien des Strömungsprofils relativ zur Strömungskanalmittelachse dadurch erreicht, dass Wirkflächenanordnungen, nämlich Flächengebilde, auf welche beschränkt die Feldlinien des Magnetfelderzeugungssystems die Strömungskanalinnenwand durchdringen, in besonderer Weise bemessen werden, nämlich derart, das in einer Abwicklungsdarstellung der Strömungskanalinnenwand an die Wirkflächenanordnungen gelegte tangentiale Bezugsgeraden, welche die Wirkflächenanordnungen in zwei Punkten von aussen berühren, paarweise in Richtung auf den jeweiligen Ort der Messelektroden hin konvergieren und sich zwischen den jeweiligen zwei Berührungspunkten Konkavbereiche befinden, in denen die Umgrenzungslinie der Wirkflächenanordnungen keinerlei Berührungspunkte mit den tangentialen Begrenzungsgeraden haben.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/EP 03/10297A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01F1/58

24 MAR 2003

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G01F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 15 73 066 A (RHEOMETRON GMBH) 22 October 1970 (1970-10-22)	1-3,5,7
Y	page 3, paragraph 4 - last paragraph; claim 5; figure 3	4
Y		6
A	DE 26 22 943 A1 (NATIONAL RESEARCH DEVELOPMENT CORP) 9 December 1976 (1976-12-09) cited in the application	1-7
Y	the whole document	4
A	DE 40 02 030 A (KETELSEN BRODER; KETELSEN ANDRES) 25 July 1991 (1991-07-25) cited in the application	1-5,7
Y	the whole document	6
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 May 2004

Date of mailing of the international search report

15/06/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Politsch, E

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP 03/10297

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 12 95 223 B (FISCHER & PORTER GMBH) 11 July 1974 (1974-07-11) cited in the application the whole document	1-7
A	BEVIR M K: "The theory of induced voltage electromagnetic flowmeters" J. FLUID MECH. (UK), JOURNAL OF FLUID MECHANICS, 16 SEPT. 1970, UK, vol. 43, no. 3, 1970, pages 577-590, XP009031167 ISSN: 0022-1120 page 585, paragraph 2 - page 590, paragraph 1; figures 6,7	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Patent Application No
PCT/EP 03/10297

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 1573066	A	22-10-1970	DE 1573066 A1	22-10-1970
DE 2622943	A1	09-12-1976	GB 1551007 A	22-08-1979
			JP 52010756 A	27-01-1977
			US 4050303 A	27-09-1977
DE 4002030	A	25-07-1991	DE 4002030 A1	25-07-1991
			AT 123346 T	15-06-1995
			CA 2053280 A1	25-07-1991
			DE 59105611 D1	06-07-1995
			DK 465624 T3	09-04-1996
			WO 9111731 A2	08-08-1991
			EP 0465624 A1	15-01-1992
			JP 4504470 T	06-08-1992
DE 1295223	B	11-07-1974	CH 482195 A	30-11-1969
			GB 1130368 A	16-10-1968
			NL 6514384 A	09-05-1966
			FI 46658 B	31-01-1973
			SE 313929 B	25-08-1969

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

nationales Aktenzeichen
PC/EP 03/10297

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G01F1/58

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 G01F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 15 73 066 A (RHEOMETRON GMBH) 22. Oktober 1970 (1970-10-22)	1-3,5,7
Y	Seite 3, Absatz 4 - letzter Absatz; Anspruch 5; Abbildung 3	4
Y		6
A	DE 26 22 943 A1 (NATIONAL RESEARCH DEVELOPMENT CORP) 9. Dezember 1976 (1976-12-09) in der Anmeldung erwähnt	1-7
Y	das ganze Dokument	4
A	DE 40 02 030 A (KETELSEN BRODER; KETELSEN ANDRES) 25. Juli 1991 (1991-07-25) in der Anmeldung erwähnt	1-5,7
Y	das ganze Dokument	6
	----- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

27. Mai 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

15/06/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Politsch, E

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 12 95 223 B (FISCHER & PORTER GMBH) 11. Juli 1974 (1974-07-11) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1-7
A	BEVIR M K: "The theory of induced voltage electromagnetic flowmeters" J. FLUID MECH. (UK), JOURNAL OF FLUID MECHANICS, 16 SEPT. 1970, UK, Bd. 43, Nr. 3, 1970, Seiten 577-590, XP009031167 ISSN: 0022-1120 Seite 585, Absatz 2 - Seite 590, Absatz 1; Abbildungen 6,7 -----	1-7

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 03/10297

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 1573066	A	22-10-1970	DE	1573066 A1	22-10-1970
DE 2622943	A1	09-12-1976	GB	1551007 A	22-08-1979
			JP	52010756 A	27-01-1977
			US	4050303 A	27-09-1977
DE 4002030	A	25-07-1991	DE	4002030 A1	25-07-1991
			AT	123346 T	15-06-1995
			CA	2053280 A1	25-07-1991
			DE	59105611 D1	06-07-1995
			DK	465624 T3	09-04-1996
			WO	9111731 A2	08-08-1991
			EP	0465624 A1	15-01-1992
			JP	4504470 T	06-08-1992
DE 1295223	B	11-07-1974	CH	482195 A	30-11-1969
			GB	1130368 A	16-10-1968
			NL	6514384 A	09-05-1966
			FI	46658 B	31-01-1973
			SE	313929 B	25-08-1969